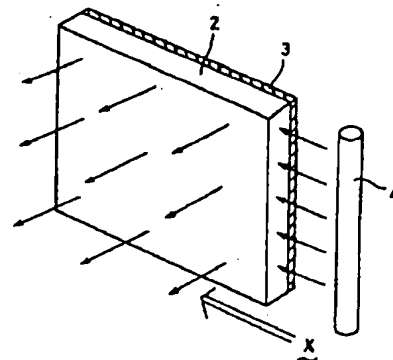


(54) SCATTERING LIGHT TRANSMISSION BODY

(11) 5-249319 (A) (43) 28.9.1993 (19) JP
 (21) Appl. No. 4-7896 (22) 20.1.1992 (33) JP (31) 91p.249739 (32) 27.9.1991
 (71) YASUHIRO KOIKE (72) YASUHIRO KOIKE(1)
 (51) Int. Cl⁵. G02B6/00, G02B5/02

PURPOSE: To obtain the uniform light emission intensity of the light having high directivity and high brightness with a wide light emission area by incorporating scattering elements into a medium to specific turbidity.

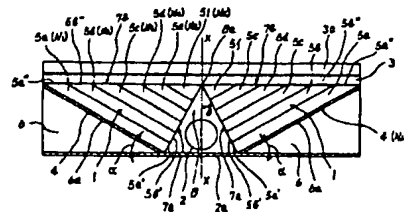
CONSTITUTION: The light entering from single or many directions is guided while the light is scattered in all directions or in a specific direction so as to be scattered at 1×10^{-6} to 50 cm^{-1} turbidity to convert the irradiation space in all directions or the specific direction. For example, solids, liquids or or microvoids are incorporated as the scattering elements into the medium of a polymer, glass or liquid. Further, polymer solid particles, monomers or liquids varying in refractive index are incorporated into the monomer to be polymerized to form the heterogeneous structure to scatter light, by which the scattering body is constituted. A mirror 3 is placed behind a planar transmission body 2 and is irradiated with the light uniform in a longitudinal direction from a light source 4 in the case of the planar transmission body. The intensity of the scattering light to the front surface is the uniformly scattered light can be taken out from the front surfaces of both the transmission body 2 which is varied in the turbidity in an X direction and the transmission body 2 which is changed in the thickness in the X direction.

**(54) OPTICAL WAVEGUIDE DEVICE FOR SURFACE ILLUMINATION**

(11) 5-249320 (A) (43) 28.9.1993 (19) JP
 (21) Appl. No. 4-82787 (22) 4.3.1992
 (71) NISSHIN HIGHTECH K.K.(1) (72) MASAOKI FURUKAWA(2)
 (51) Int. Cl⁵. G02B6/00, G02F1/1335, G09F13/04

PURPOSE: To uniformize the brightness of the surfaces of a liquid crystal display panel, etc., with the optical waveguide device for illuminating these surfaces, to provide high brightness on this device and to miniaturize the device.

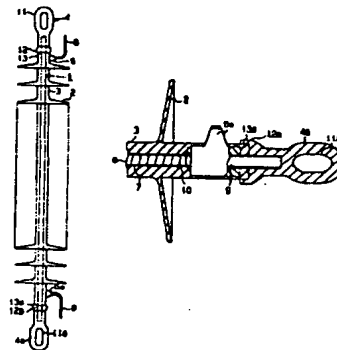
CONSTITUTION: Plural planar optical waveguide layers 5a, 5b, 5c... successively having refractive indices $N_1 > N_2 > \dots > N_k > N_L$ are laminated on a low-refractive index layer (N_L) or highrefractive index layer 4 arranged to inverted V configuration. The light of the light source 2 within a cavity 8 for the light source is made incident from the respective light incident end faces 7a thereof and the light diffusion layer 3 of the refractive index $N_k > N_L$ is brightened by the light emitted from the light emission end face 7b of the flat surface. Although the light propagating in the under-laid long planar optical waveguide layer 5a weakens, the light of the adjacent planar optical waveguide layer 5b is propagated by total reflection between the planar optical waveguide layer 5c laminated thereon and the low-refractive index layer or the high refractive index layer 4. This light is made incident on the planar optical waveguide layer 5a and interferes therewith to compensate the deficiency of the light quantity thereof. The brightness of the surface is thus uniformized. Since there are no layers to cause a light loss in the optical paths, the high-brightness illumination is assured and since the light source 2 is internally provided at the center, the device is miniaturized.

**(54) NON-CERAMIC INSULATOR**

(11) 5-249322 (A) (43) 28.9.1993 (19) JP
 (21) Appl. No. 4-51578 (22) 10.3.1992
 (71) NGK INSULATORS LTD (72) TETSUYA NAKAYAMA
 (51) Int. Cl⁵. G02B6/00, H01B17/00

PURPOSE: To provide the nonceramic insulator which is to be exclusively used for optical fibers, can be bent and is light in weight.

CONSTITUTION: This nonceramic insulator has a core 1, metallic gripping fittings 4, 4a disposed at the end of this core 1 and a sheath 3 which covers the outer peripheral surface of the core 1 and consists of elastic insulating materials formed with plural umbrellas 2 on the outside. The reinforcing material 7 of the core 1 is formed by knitting or weaving fibers to a hollow cylindrical shape. A circular cylindrical elastic material core 8 is housed within this reinforcing material 7. Metallic cores 9 are housed within the reinforcing material 7 so as to corresponds to the gripping fittings 4, 4a at both ends of this elastic material core 8. An optical fiber 10 is spirally wound and fixed to the outer periphery of the reinforcing material 7.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-249319

(43)公開日 平成5年(1993)9月28日

(51)Int.Cl.⁵

G 0 2 B 6/00

識別記号

3 0 1

庁内整理番号

6920-2K

F I

技術表示箇所

3 3 1

6920-2K

5/02

A 9224-2K

審査請求 未請求 請求項の数14(全 12 頁)

(21)出願番号 特願平4-7896

(22)出願日 平成4年(1992)1月20日

(31)優先権主張番号 特願平3-249739

(32)優先日 平3(1991)9月27日

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 591061046

小池 康博

神奈川県横浜市緑区市が尾町534の23

(72)発明者 小池 康博

東京都目黒区大岡山1-31-30 モンド大
岡山パーク303

(72)発明者 二瓶 栄輔

神奈川県川崎市中原区下小田中6-15-29
グリーンキャピタル105号

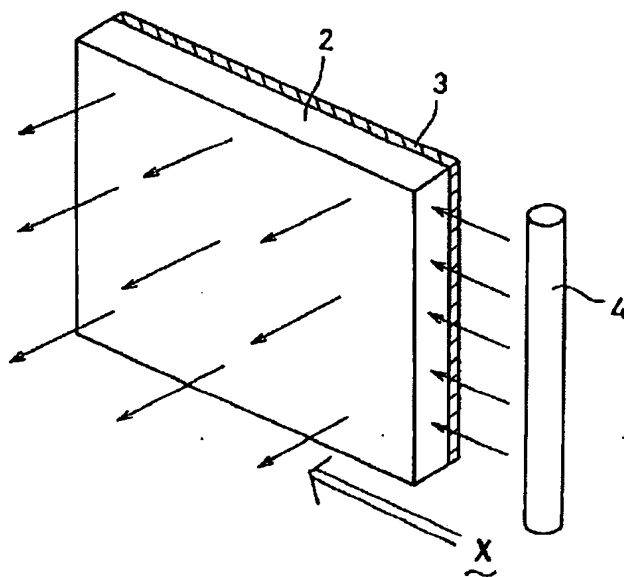
(74)代理人 弁理士 西澤 利夫

(54)【発明の名称】 散乱・光伝送体

(57)【要約】

【構成】 単一または多方向から入射する光を全方向、あるいは特定方向に散乱させながら導波せしめ、全方向あるいは特定方向に照射空間を変換する濁度 (τ) が $1 \times 10^{-6} \text{cm}^{-1} \sim 50 \text{cm}^{-1}$ の散乱をともなう散乱・光伝送体。

【効果】 大面積空間であっても、均一に光散乱 (照射) または所望の光散乱強度分布の光散乱 (照射) 可能な新しい光伝送体が提供される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 単一または多方向から入射する光を全方向、あるいは特定方向に散乱させながら導波せしめ、全方向あるいは特定方向に照射空間を変換する濁度 (τ) が $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^{-1} \sim 50 \text{ cm}^{-1}$ の散乱をともなう散乱・光伝送体。

【請求項2】 入射光の偏光面と異なる偏波面を有する異方性光散乱を生じさせる請求項1の散乱・光伝送体。

【請求項3】 入射光の偏波面と同じ偏波面を有する等方性光散乱を生じさせる請求項1の散乱・光伝送体。

【請求項4】 散乱させる散乱子の相関関数 $\gamma(r)$ を $\gamma(r) = e^{-r/a}$ で近似したときに、相関距離 a の値が $30 \text{ \AA} \sim 3 \times 10^6 \text{ \AA}$ で、誘電率揺ぎ2乗平均の値が $1 \times 10^{-8} \sim 0.6$ の範囲にある請求項1の散乱・光伝送体。

【請求項5】 媒体の散乱子による濁度を特定方向に徐々にあるいは不連続的に変化させてなる請求項1, 2, 3または4の散乱・光伝送体。

【請求項6】 ポリマー、ガラスまたは液体媒体中に、固体、液体またはマイクロボイドを散乱子として混入させてなる請求項1, 2, 3, 4または5の散乱・光伝送体。

【請求項7】 重合させるモノマーまたはモノマーとポリマーもしくはオリゴマーよりなるモノマーゾルに、屈折率の異なるポリマー、ポリマー固体粒子、モノマー、固体または液体を混入して得られる請求項1, 2, 3, 4, 5または6の散乱・光伝送体。

【請求項8】 棒状、板状、円錐状、直方体状、ファイバー状、または球面体状の散乱体からなる請求項1, 2, 3, 4, 5, 6または7の散乱・光伝送体。

【請求項9】 請求項1, 2, 3, 4, 5, 6, 7または8の光伝送体に少なくとも2本以上の光ファイバーまたは光導波路を接続し、入射信号光線をすべての光ファイバーまたは光導波路に分岐させる光分岐路装置。

【請求項10】 請求項1, 2, 3, 4, 5, 6, 7または8の光伝送体に少なくとも2本以上の光ファイバーまたは光導波路を接続し、入射信号光線をミキシングして1本または2本以上の光ファイバーまたは光導波路に伝送させる光ミキシング装置。

【請求項11】 厚さが徐々に変化する散乱・光伝送体からなる請求項1, 2, 3, 4, 5, 6, 7または8の散乱・光伝送体。

【請求項12】 請求項10に示される散乱・光伝送体を2つあるいはそれ以上組み合わせることにより、面上より均一、又は所望の散乱強度を有する散乱・光伝送体。

【請求項13】 コアとして請求項1に示された散乱・光伝送体を用い、クラッドとしてコア部とは異なる屈折率を有するポリマーで構成されたファイバー及び棒状散乱・光伝送体。

【請求項14】 請求項11からなるディスプレイ用バックライト。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、散乱・光伝送体に関するものである。さらに詳しくは、この発明は、局所的に高密度な光線を空間的に分散させる変換素子として、電気・電子、機械、化学、農漁業等の各種産業や社会システムとして有用な、散乱をともなう光伝送体に関するものである。

【0002】

【従来の技術とその課題】 従来より、各種産業や社会システムとして様々な種類の光源とその発光・光照射システムが採用されてきており、光の高効率、高機能応用のための検討が現在も積極的に進められてきている。しかしながら、光を光源として利用する場合、必要とする照射空間での光強度分布、その発光波長や、発光強度、さらには寿命、発熱性等が問題となる。さらに、たとえば、液晶のバックライトや、自動車等のバックライト等の均一な光を要求する分野においては、その発光面での発光強度の均一性が重要となる。このため、現在非常に要求が高まっているこれらの均一発光面を要求する分野では、たとえば面発光レーザーダイオードや、面発光可能なエレクトロルミネッセンス (EL)、あるいは冷陰極管を用いて、その吸収光を制御することにより均一発光面を得る等の方法が開発され、実用化されてきている。しかしながら、この従来の面発光レーザーダイオードの場合は発光面積が小さく、また、ELを利用する場合には、その発光寿命が短く、また、価格も比較的高価であるという欠点がある。さらに冷陰極管を用いる場合には、光の吸収量の変化を利用しているために、実際に発せられた光のうちかなりの部分を無駄にしていることになる。このような状況から、面発光の手段としては、より効率が良く、安価な発光素子の実現が要求されていた。

【0003】 さらにまた、海洋牧場や、クロレラの培養等の分野においては、光を導波する導波棒上に傷をつけることによって、光を散乱させ、その散乱光を光源として利用しているが、このような方法で光源を形成すると、その散乱光照射部分のみで光強度が増加し、空間を無駄にしまい、その系全体での生産性を著しく減少させてしまう。このため、これらの分野においても、より広い空間を均一または有効に照射することが可能な素子が強く要求されていた。

【0004】 また太陽光を集光し、光ファイバー等を用いて室内に引き入れる方法も提案されているが、この場合には、出射光は輝度の高いスポット光となるため、照射空間が狭すぎるという欠点がある。そこで輝度をより均一化し、照射空間を広くすることが望まれていた。この発明は、以上の通りの事情に鑑みてなされたものであ

り、従来の光源、あるいは光照射手段の欠点を改善し、広い空間であっても光が導波中に有効に散乱することができる新しい光伝送体を提供することを目的とし、特に指向性が強く、輝度の高い光を、より広い発光面積を持ち、さらにその発光面内では、均一な発光強度を有する素子、あるいは、光の空間強度分布が均一になるように変換することのできる素子を、よりよい効率で、安価に提供すること、さらには、上記のような散乱・光伝送体を容易に製造することのできる製造方法をも提供することを目的としている。

【0005】

【課題を解決するための手段】この発明は、上記の課題を解決するものとして、単一または多方向から入射する光を全方向、あるいは特定方向に散乱させながら導波せしめ、全方向あるいは特定方向に照射空間を変換する濁度 (τ) が $1 \times 10^{-6} \text{cm}^{-1} \sim 50 \text{cm}^{-1}$ の散乱をとまう散乱・光伝送体を提供する。

【0006】また、さらに詳しくは、この発明は、入射光の偏光面と異なる偏波面を有する異方性光散乱を生じさせる光伝送体、入射光の偏波面と同じ偏波面を有する等方性光散乱を生じさせる光伝送体、および散乱させる散乱子の相関関数 $\gamma(r)$ を $\gamma(r) = e^{-r/a}$ で近似し

$$\frac{I}{I_0} = \exp(-\tau y) \quad (1)$$

【0010】そして、ある大きさを有する不均一構造により散乱する V_v 散乱、すなわち、入射光、散乱光ともに偏波面が縦偏光(V偏光)である場合の散乱光強度は、 H_v 散乱、すなわち、偏波面が縦偏光(V偏光)の光を入射した時、偏波面が水平方向(H偏光)で出てく

$$V_v = \frac{4 \langle \eta^2 \rangle \pi^2}{\lambda_0^4} \int_0^\infty \frac{\sin(\nu s r)}{\nu s r} r^2 \gamma(r) dr \quad (2)$$

【0012】ここで λ_0 は光源の波長、 $\nu = 2\pi n/\lambda_0$ 、 $s = 2 \sin(\theta/2)$ 、 n は媒体の屈折率、 θ は散乱角、 $\langle \eta^2 \rangle$ は媒体中の誘電率揺ぎの2乗平均、 $\gamma(r)$ は相関関数である。ここで $\gamma(r)$ はDebye らに

$$\gamma(r) = \exp\left(-\frac{r}{a}\right)$$

【0014】また、たとえば、光伝送散乱体が、屈折率の異なる2つの相A、Bから成っており、A、B相の体積分率を V_A 、 V_B とすると、相関距離 a は(4)式で

$$a = \frac{4V}{S} V_A V_B \quad (4)$$

【0016】ここで V は全体積、 S はA、B相の界面の全面積である。A相が多数の半径 R の球である場合には、

$$a = \frac{4}{3} R (1 - V_A) \quad (5)$$

【0018】となる。これより相関距離は球径に比例することがわかる。また、 $\langle \eta^2 \rangle$ は次の(6)式で表わ

たときに、相関距離 a の値が $30 \text{\AA} \sim 3 \times 10^6 \text{\AA}$ で、誘電率揺ぎの2乗平均 $\langle \eta^2 \rangle$ の値が $1 \times 10^{-8} \sim 0.6$ の範囲にある光伝送体や、媒体の散乱子による濁度を特定方向に徐々に変化させてなる光伝送体等をその態様として提供する。

【0007】すなわち、この発明は、たとえばガラスまたは高分子重合体のなかに相関距離 a 、誘電率揺ぎの2乗平均 $\langle \eta^2 \rangle$ で近似される不均一構造を与えた場合、たとえばある一方向からその媒体に入射された光線は、 a および $\langle \eta^2 \rangle$ を制御することにより散乱光強度および方向を制御でき、入射された光が一様に光る、または特定方向に優先的に光るとの知見に基づいて完成されたものであって、このような光伝送体を用いた高効率な光照射の概念はこれまでに全く報告されていないものである。

【0008】原理的にこの発明の構成について説明すると、まず、強度 I_0 の光が、媒体内を y (cm)透過後、散乱により強度が I に減少したとすると、濁度 τ (cm^{-1})は次の(1)式で定義される。

【0009】

【数1】

る散乱光の強度が小さい場合、次の(2)式で表わされる。

【0011】

【数2】

より次の(3)式で近似できることが報告されている。なお、 a は相関距離と呼ばれる。

【0013】

【数3】

(3)

表わされる。

【0015】

【数4】

(4)

【0017】

【数5】

される。

【0019】

【数6】

$$\langle \eta^2 \rangle = V_A V_B (n_A^2 - n_B^2)^2 \quad (6)$$

【0020】ここで n_A , n_B はそれぞれA, B相の屈折率である。そして、前記(2), (3)式より、ある大きさを有する不均一構造による散乱の濁度 τ は(7)

式となる。

【0021】

【数7】

$$\tau = \frac{32 a^3 \langle \eta^2 \rangle \pi^4}{\lambda_0^4} \left\{ \frac{(b+2)^2}{b^2 (b+1)} - \frac{2(b+2)}{b^2} \ln(b+1) \right\}$$

$$b = 4 \nu^2 a^2 \quad (7)$$

【0022】以上の(2), (7)式より、 a および $\langle \eta^2 \rangle$ を変化させることにより、散乱光強度や、散乱光強度の角度依存性、および濁度を制御し得ることがわかる。以上のことより、一定方向から入射された光を所望の方向へ散乱させる光散乱を伴う光伝送散乱体の作製がはじめて可能となる。すなわち、このような原理的な構成から、この発明は、より具体的には、たとえばポリマー、ガラスまたは液体媒体中に、固体、液体またはマイクロボイドを散乱子として混入させること、さらには、重合させるモノマーに、屈折率の異なるポリマー固体粒子、モノマー、または液体を混入して、高効率に光散乱させる不均一構造を生成し、棒状、板状、円錐状、直方体状、ファイバー状、または球面体状の散乱体を構成する。

【0023】この発明で使用するのことができる伝送体の母材としてのポリマーについては、たとえば後述の実施例でも示しているが、屈折率 n_1 のポリマーを屈折率 n_2 のポリマーとなるモノマー中に溶解して重合を行うことにより、相分離が生じてこの発明の光伝送体となる。この時、 $|n_1 - n_2| > 0.001$ であることが好ましい。

【0024】たとえば、次の表1、表2に示したポリマーで、屈折率の異なるポリマーの組合せは使用可能なものである。ちなみに、MA、A等は低屈折率のものを、XMA、XA等は高屈折率のものを示している。

【0025】

【表1】

区 分	モノマー	ポリマーno
MA	1. MMA (メチルメタクリレート)	1. 49
	2. EMA (エチルメタクリレート)	1. 483
	3. nPMA (n-プロピルメタクリレート)	1. 484
	4. nBMA (n-ブチルメタクリレート)	1. 483
	5. nHMA (n-ヘキシルメタクリレート)	1. 481
	6. iPMA (イソプロピルメタクリレート)	1. 473
	7. iBMA (イソブチルメタクリレート)	1. 477
	8. tBMA (t-ブチルメタクリレート)	1. 463
	9. CHMA (シクロヘキシルメタクリレート)	1. 507
XMA	10. BzMA (ベンジルメタクリレート)	1. 568
	11. PhMA (フェニルメタクリレート)	1. 57
	12. 1-PhEMA (1-フェニルエチル メタクリレート)	1. 549
	13. 2-PhEMA (2-フェニルエチル メタクリレート)	1. 559
	14. FFMA (フルフリルメタクリレート)	1. 538
A	15. MA (メチルアクリレート)	1. 4725
	16. EA (エチルアクリレート)	1. 4685
	17. nBA (n-ブチルアクリレート)	1. 4634
XA	18. BzMA (ベンジルアクリレート)	1. 5584
	19. 2-ClEA (2-クロルエチル アクリレート)	1. 52

区 分	モノマー	ポリマーno
Ac	20. VAc (ビニルアセテート)	1. 47
XA	21. VB (ビニルベンゾエート) 22. VPAC (ビニルフェニルアセテート) 23. VC1Ac (ビニルクロルアセテート)	1. 578 1. 567 1. 512
C	24. AN (アクリロニトリ) 25. α MAN (α -メチルアクリロニトリル)	1. 52 1. 52
α -A	26. MA (2C1) (メチル- α -クロルアクリレート)	1. 5172
St	27. o-C1St (o-クロルスチレン) 28. p-FSt (p-フルオロスチレン) 29. o, p-FSt (o, p-ジフルオロスチレン) 30. p-iPSt (p-イソプロピルスチレン)	1. 6098 1. 566 1. 475 1. 554

【0027】さらに、たとえば表3に示したようなゴム系の化合物を用いることもできる。

【0028】

【表3】

EPM・・・エチレンとプロピレンの共重合物

EPDM・・・エチレン、プロピレンと少量の非共役ジエンとの3成分共重合体

SBR・・・ブタジエンとスチレンとの共重合物

NBR・・・ブタジエンとアクリロニトリルとの共重合物

IIR・・・少量のイソプレンとイソブテンとの共重合物

CR・・・クロロプレンの重合物 (ネオプレン)

BR・・・ブタジエンの重合物

IR・・・イソプレンの重合物

ハイパロン・・・ポリエチレンに二酸化硫黄と塩素を反応させた物

ウレタンゴム・・・ジオールとジイソシアナートとの重付加による重合物

多硫化ゴム・・・ジクロルエタンと四硫化ナトリウムなどとの重縮合による重合物

シリコンゴム・・・環状シロキサンの開管重合などで得られる重合物

フッ素ゴム・・・フッ化ビニリデンとトリフルオロクロルエチレンの共重合物等

【0029】もちろん、ポリマー、ガラス、その他の固

体あるいは液体からなる媒体や、散乱子については、前

記した通りの濁度を考慮して適宜に選択することができる。いずれの場合にも、散乱子による濁度 (τ) が $1 \times 10^{-6} \sim 50 \text{ cm}^{-1}$ になるようにする。この条件において、用途に応じて高効率な散乱をとまなう光伝送体が実現される。

【0030】濁度を $1 \times 10^{-6} \sim 50 \text{ cm}^{-1}$ に特定化する理由は以下の通りである。すなわち、濁度の範囲は、必要とする照射空間、距離および照射強度と強度分布の点において、応用領域の特徴に依存している。より具体的には、この発明の光伝送体によって光ファイバーを作製した場合、数百m～数kmの長さのファイバーを巻くことにより、ファイバーの側面から均一に光を散乱照射するなどの応用がある。この応用の場合には、光を上記の距離だけ実質的に伝送する必要がある。

【0031】このため、濁度は $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^{-1}$ 以上とする。これ以下の場合には、透明すぎて、光ファイバー型散乱体の応用を考えても実質的に効率のよい光散乱をとまなう光伝送体とはなり得ない。また一方、濁度が 50 cm^{-1} を超える場合には、光は実質的に1mm程度しか伝送できず、局部的に散乱、反射が起こり、この発明の散乱をとまないながら光伝送し、より広く、より均一な照射光を得るとの目的を達成することはできない。

【0032】また、この発明の光伝送体においては、相関距離 a の値は、 $30 \text{ \AA} \sim 3 \times 10^6 \text{ \AA}$ とすることが好ましいが、その理由は、 30 \AA 未満の場合には小さすぎて効率よく光散乱せず、また、 $3 \times 10^6 \text{ \AA}$ を超える場合には、いわゆるスネルの屈折原理で屈折、反射し、散乱光強度が小さくなるためである。このような散乱・光伝送体によって、たとえば電球、発光ダイオード、レーザーダイオード等の人工光により発せられた光を応用する分野、実際には、液晶ディスプレイのバックライト、ダッシュボードのバックライト、自動車等のストップランプや、方向指示ランプ等の光が局部的に発せられる素子から発せられた光を均一に分散させ一様の明るさを要求するような分野、さらには、レンズを用いて集光した太陽光を光ファイバー等で必要な箇所に伝送し、そこで光導波路の出射部に接続して利用するような分野、あるいは人工光が、人工飼育、海洋牧場、クロレラの培養等の、光伝送路により送られて利用される分野等において、光導波路の出射部分に接続して利用される。また、この素子は導波路（たとえばファイバーなど）の先端に用いることにより、他のたくさんのファイバーに、光を分散させる、つまり、この原理を応用することにより、1対多数のファイバーの分岐回路を形成することが可能となる。

【0033】

【実施例】

実施例1

MMAにトリフルオロエチルメタクリレート (3FMA) のポリマーを0.6wt%溶解し、ラジカル開始剤とし

て t -ブチルパーオキシイソプロピルカーボネートを0.2wt%、連鎖移動剤として n -ブチルメルカプタンを0.2wt%加え、 70°C で96時間重合した後、熱処理を行った。棒状、板状、厚さの異なる板状、および3FMAポリマーの組成を徐々に変化させることにより濁度が平面内で徐々に変化する板状の、各々の散乱・光伝送体を製造した。

【0034】このうちの、図1に示した棒状体 (1) に、軸方向より光を入射させ、光を散乱させたところ、その散乱角 90° への V_v 散乱強度は、 $2 \times 10^{-4} \sim 1.5 \times 10^{-3} \text{ cm}^{-1}$ で、 H_v 散乱強度は、 $5 \times 10^{-5} \sim 1.1 \times 10^{-2} \text{ cm}^{-1}$ であった。長さ方向に対する散乱強度の変化は図2に示した通りで、大きな変化は認められなかった。

【0035】また、図3に示したように、板状散乱・光伝送体 (2) の場合には、後に鏡 (3) を置き縦方向に均一な光を光源 (4) から照射し、前面への光散乱光強度をシリコンフォトセルをスキャンさせることにより測定した。x方向に3FMAポリマー濃度を徐々に変化させた、つまりx方向に濁度の異なる板状散乱・光伝送体では前面に均一な散乱光を取り出すことに成功した。また、x方向に徐々に厚さを変化させた場合も、同様に前面に均一散乱光を取り出すことに成功した。

実施例2

MMAとビニルベンゾエート (VB) を4対1の割合で共重合させた。

【0036】開始剤としてディ・ターシャリー・ブチルパーオキシド (DBPO) を0.2wt%、連鎖移動剤として n -ブチルメルカプタンを0.2wt%用い、重合温度 130°C で96時間反応させ、実施例1と同様の散乱・光伝送体を得た。

実施例3

MMAに3FMAのポリマーを0.15wt%、0.1wt%溶解し、ラジカル重合開始剤として t -ブチルパーオキシイソプロピルカーボネートを0.2wt%、連鎖移動剤として n -ブチルメルカプタンを0.2wt%加え、 70°C で72時間重合させた後、 130°C で24時間熱処理を行った。ここで棒状 (直径20ミリ) の散乱・光伝送体を製造した。

【0037】この散乱・光伝送体を図4に示したゴニオメーターの中心にセットし、側面から縦方向に偏光したHe-Neレーザー光 (V 偏光) を入射させ、入射方向に対し θ 方向に散乱した光の強度を測定した。この散乱光のうち、縦偏波成分の散乱光強度 (V_v 散乱) および横偏波成分の散乱光強度 (H_v 散乱) について測定したのが図5 (a) (b) である。図中のA, Bは、各々、ポリ (3FMA) 濃度が0.15wt%、0.1wt%であることを示している。 V_v を等方性散乱、 H_v を異方性散乱と呼ぶ。

【0038】この散乱・光伝送体においては、 V_v 及び

H_vの値がほぼ等しい。つまり入射された光の偏光方向に関わらず、散乱する光は偏光を持たないことから、偏光を有する光線から偏光を持たない光線を作製する変換素子としても用いることができる。またV_v散乱光強度の角度依存性により、前述のデバイの式を用いて相関距離を求めた結果、ほぼ1000Åの不均一構造によりV_v散乱に角度依存性が発現されていることがわかった。

実施例4

重合開始剤にはDBPOを0.2 wt%、連鎖移動剤にはn-ブチルメルカプタンを0.2 wt%用い、重合温度70℃で96時間重合反応を行ない、MMAとVBを4対1の割合で共重合させ、散乱・光伝送体を得た。この光散乱伝送体において、散乱させる散乱子の相関関数 $\gamma(r)$ を $\gamma(r) = e^{-r/a}$ で近似したときの相関距離aの値は720Å、誘電率揺ぎの2乗平均 $\langle \eta^2 \rangle$ の値は 1.22×10^{-6} であった。

実施例5

MMAに分子量47500のポリスチレンポリマーを0.2 wt%溶解し、ラジカル重合開始剤としてt-ブチルパーオキシイソプロピルカーボネートを0.2 wt%連鎖移動剤としてn-ブチルメルカプタンを0.2 wt%加え、70℃で96時間重合させ、棒状(直径5ミリ)の散乱体を製造した。この散乱体が有する等方性光散乱(V_v)の角度依存性を図6に示した。

【0039】この散乱体を図7に示されるようなディスク状に加工し、上下を反射板ではさみ、ここに図8に示されるように1本を入射側、5本を出射側として光ファイバーを結合した。このようにして作製された光分岐路・光ミキシング装置において、入射側から信号を入射した場合、出射側の5本についてほぼ等しい光強度を有する信号が得られた。

実施例6

MMAに3FMAのポリマーを0.1 wt%溶解し、ラジカル重合開始剤としてt-ブチルパーオキシイソプロピルカーボネートを0.2 wt%、連鎖移動剤としてn-ブチルメルカプタンを0.2 wt%加え、70℃で72時間重合させた後、130℃で24時間熱処理を行った。ここで棒状(直径10ミリ)の散乱・光伝送体を作製した。

【0040】この散乱体を約200℃で加熱し、柔らかくした状態で延伸することにより、外径1ミリの散乱・光伝送体を作製した。この繊維状散乱・光伝送体にHe-Neレーザー光を入射したところ、約1mほど光が均一に散乱されながら伝送されるのが確認された。さらにこの延伸した繊維状散乱・光伝送体の屈折率は1.491であったが、この屈折率とは異なる屈折率1.502を有するMMAとベンジルメタクリレートの共重合体を外側に被覆し、散乱・光伝送体ファイバーを作製した。この散乱・光伝送体にレーザー光を入射したところ、この光は約80cmにわたって均一に散乱しながら伝送されるのが確認された。また屈折率1.480を有するMMAと3FMA

の共重合体を被覆した散乱光伝送体ファイバーにおいては、レーザー光は約2メートルにわたって均一に散乱しながら伝送されるのが確認された。

実施例7

MMAに3FMAのポリマーを0.1 wt%溶解し、ラジカル重合開始剤としてt-ブチルパーオキシイソプロピルカーボネートを0.2 wt%、連鎖移動剤としてn-ブチルメルカプタンを0.2 wt%加え、70℃で72時間重合させた後、130℃で24時間熱処理を行った。ここで棒状(直径10ミリ)の散乱・光伝送体を作製した。

【0041】この散乱体を取扱い易いようにベレット状とし、細かく碎き、底面の直径10ミリ高さ30ミリの円錐状型、及び直径6ミリの球型にいて約200℃で加熱することにより目的とする形状を有する散乱・光伝送体を製造した。

実施例8

MMAに3FMAのポリマーを0.40wt%、0.30wt%、0.05wt%、0.01wt%溶解し、ラジカル重合開始剤としてt-ブチルパーオキシイソプロピルカーボネートを0.2 wt%、連鎖移動剤としてn-ブチルメルカプタンを0.2 wt%加え、70℃で72時間重合させた後、130℃で24時間熱処理を行った。ここで厚さが徐々に変化するくさび状(縦80×横100×厚さ4ミリ)の散乱・光伝送体を製造した。

【0042】この散乱・光伝送体を図9に示したように散乱・光伝送体サンプルAおよびBとして2種のを張り合わせ、側面から蛍光灯の光を入射させ、そこで散乱・光伝送を行わせた。その散乱光強度をビデオカメラで撮影し、インテンシティディスプレイに表示させたのが図10、11、12である。面発光の様子と光の強度とを各々示している。図10では散乱・光伝送体Aとして3FMAポリマー量0.30wt%、散乱・光伝送体Bとして3FMAポリマー量0.05wt%のくさび型の散乱体を張り合わせて作製した平面散乱体の散乱強度を、図11は散乱・光伝送体Aに3FMA量0.40wt%、散乱・光伝送体Bに3FMA量0.5 wt%で作製した平面散乱体の散乱強度を示す。これらいずれの組合せにおいても、ある特定方向に徐々に散乱強度が変化する平面散乱体物が作製されることがわかった。また図12には、Aの方が0.30 wt%、Bの方が0.01wt%の3FMA量を用いた場合のくさび型散乱・光伝送体ポリマーの組み合わせの散乱強度を示す。このような組み合わせであれば、平面散乱体はどの部分でも均一に光らせることが可能となることがわかった。さらに図13には、散乱・光伝送体Aの方が0.40wt%、Bの方が0.01wt%の3FMAを含むくさび型散乱・光伝送体ポリマーの組み合わせを示す。この場合もほぼ平面のどこの部分においても散乱光強度は等しくなることがわかった。このような平面散乱体は液晶ディスプレイのバックライト等の平面光源として非常に有用であると思われる。

実施例 9

MMAに3FMAのポリマーを0.1 wt%溶解し、ラジカル重合開始剤として t -ブチルパーオキシイソプロピルカーボネートを0.2 wt%、連鎖移動剤として n -ブチルメルカプタンを0.2 wt%加え、70℃で72時間重合させた後、130℃で24時間熱処理を行った。ここでくさび型の散乱・光伝送体を製造した。ここで図14

(a)に示されるようにこの散乱・光伝送体を重合容器にいれ、開始剤を含むMMAモノマーを注入し、60℃で拡散重合させた。その結果図14(b)に示されるような厚さ方向に対して垂直となる方向にだけ徐々に濁度が増加するプレート状散乱・光伝送体が作製された。このように特定方向だけに濁度が増加した散乱・光伝送体を得られたのは、前もって作製されたくさび型の散乱・光伝送体が重合するときにMMAモノマーに膨潤し、ある程度上下方向で均一になったためである。ここで濁度は図14のX方向に向けて 2.30cm^{-1} から $5 \times 10^{-3}\text{cm}^{-1}$ まで変化した。

【0043】またこの方法により、くさび型以外のさまざまな形状(球面状、波状等)の散乱・光伝送体を作製し、ある特定方向に所望の濁度分布を有する直方体の散乱・光伝送体を作製することができた。

実施例 10

MMAにラジカル重合開始剤として t -ブチルパーオキシイソプロピルカーボネートを0.2 wt%、連鎖移動剤として n -ブチルメルカプタンを0.2 wt%加え、60℃

(ガラス転移温度以下)で240時間重合させた。残存しているモノマーは高転化率において固化したPMMAマトリックス中にトラップされているが、このモノマーは長時間の加熱により重合する。ここでモノマー→ポリマーへの体積変化(体積収縮)により、マイクロボイドが生成し、散乱・光伝送体を作製された。

【0044】Vv散乱の角度依存性よりデバイの式を用いて求めた相関距離 a は 850\AA であり、また誘電率揺ぎの2乗平均 $\langle \eta^2 \rangle = 1.1 \times 10^{-7}$ であり、濁度は 0.17cm^{-1} の散乱・光伝送体であった。このマイクロボイドにより散乱照射が発現される散乱・光伝送体においては、散乱角 $\theta = 40^\circ$ でVv散乱強度は 3×10^{-4} であり、 $\theta = 90^\circ$ では散乱光強度は 0.8×10^{-4} であった。更に $\theta = 100^\circ$ においては散乱光強度は 0.5×10^{-4} であった。このように、この散乱・光伝送体は入射光に対し、 $\theta = 100^\circ$ の後方散乱に比べ、 $\theta = 30^\circ$ の前方散乱が約6倍明るくなるように入射光強度を空間に変換照射する散乱・光伝送体である。

実施例 11

MMAにラジカル重合開始剤として t -ブチルパーオキシイソプロピルカーボネートを0.2 wt%、連鎖移動剤として n -ブチルメルカプタンを0.2 wt%加え、さらにここに水3wt%を加え、良く攪拌した後、70℃で72時間重合させた。この方法で得られた散乱光伝送体は $\tau =$

1.5cm^{-1} の値を有していた。

実施例 12

水250g、スチレン23g、エチレングリコールジメタクリレート0.12gをいれた3口フラスコに、重合開始剤として過硫酸カリウムを0.25g加え、80度で48時間、350回転で攪拌しながらソープフリーで乳化重合させた。この方法で作製したポリスチレン粒子は約200~1000nmの粒径を有していた。得られた粒子を減圧乾燥し、これをMMAに対して0.2 wt%の割合で加え、さらにラジカル重合開始剤として t -ブチルパーオキシイソプロピルカーボネートを0.2 wt%、連鎖移動剤として n -ブチルメルカプタンを0.2 wt%混合し、70℃で48時間重合させ、その後130度で24時間熱処理した。その結果、光散乱の値は図6に示される物とほぼ同様の物となった。

実施例 13

密度 0.92g/cm^3 、約65%の結晶度を有する分子量1万1千の低密度ポリエチレンからなる重合体から、押し出し法を用いて直径2ミリの棒状体を作製した。He-Neレーザー光入射端面より、5ミリ以内においてほぼ均一な散乱光が確認された。

【0045】He-Neレーザー光の波長は633nmであり、ポリエチレンの633nmにおける吸収損失は 0.1dB/m 以下であるため、数ミリ程度の光伝送ではその吸収損失は無視できると考え、この棒状体でのレーザー光強度の減衰は全て光散乱によるものと仮定し、ランベール・ベール式により濁度を求めると、 $\tau = 50\text{cm}^{-1}$ となった。

【0046】

【発明の効果】この発明により、以上詳しく説明した通り、大面積空間であっても、均一に光散乱可能な新しい光伝送体が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】棒状の散乱・光伝送体を示した斜視図である。

【図2】長さ方向と散乱強度との相関図である。

【図3】板状の散乱・光伝送体を示した斜視図である。

【図4】散乱光強度の測定装置例を示したブロック図である。

【図5】(a)(b)は、各々、VvおよびHv散乱の光強度と角度との相関図である。

【図6】Vv散乱の光強度と角度との相関図である。

【図7】ディスク状散乱体の斜視図である。

【図8】図7の散乱体の試験方法を示した斜視図である。

【図9】くさび型散乱・光伝送体の張合わせ状態とその試験方法を示した斜視図である。

【図10】散乱した面発光の様子と光強度を示したディスプレイ表示図である。

【図11】散乱による面発光の様子と光強度を示したディスプレイ表示図である。

【図 1 2】 散乱による面発光の様子と光強度を示したディスプレイ表示図である。

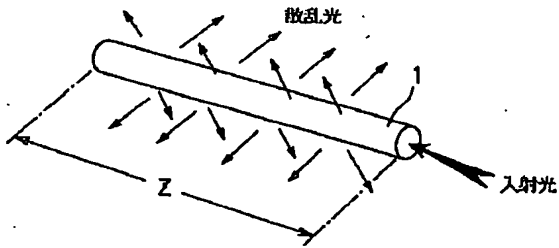
【図 1 3】 散乱による面発光の様子と光強度を示したディスプレイ表示図である。

【図 1 4】 (a) (b) は、くさび型散乱・光伝送体の製造方法を例示した斜視図である。

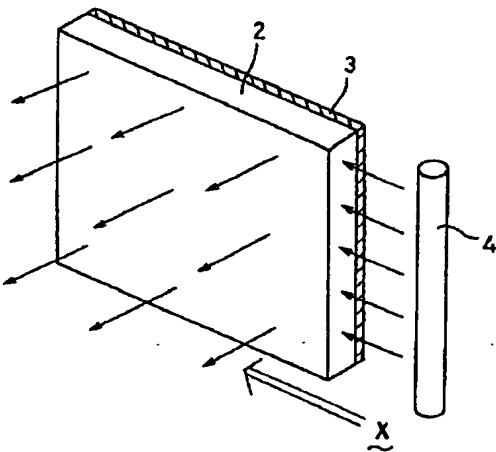
【符号の説明】

- 1 棒状体
- 2 板状散乱・光伝送体
- 3 鏡
- 4 光源

【図 1】

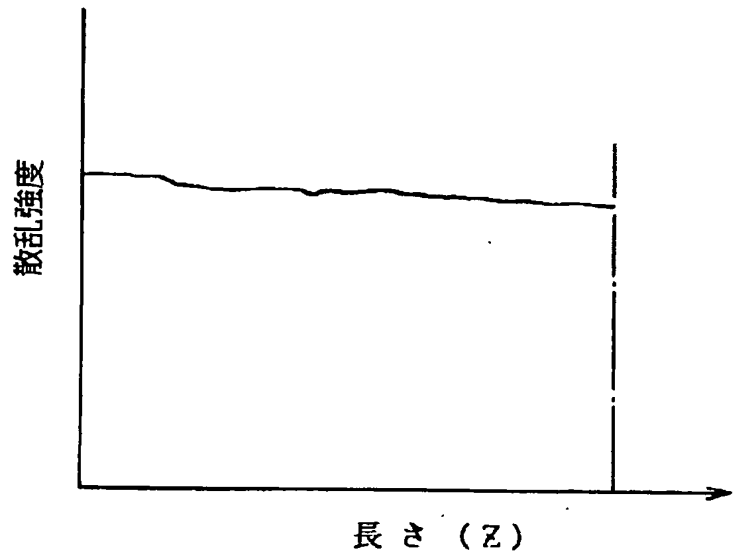


【図 3】

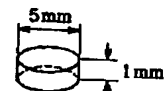


【図 4】

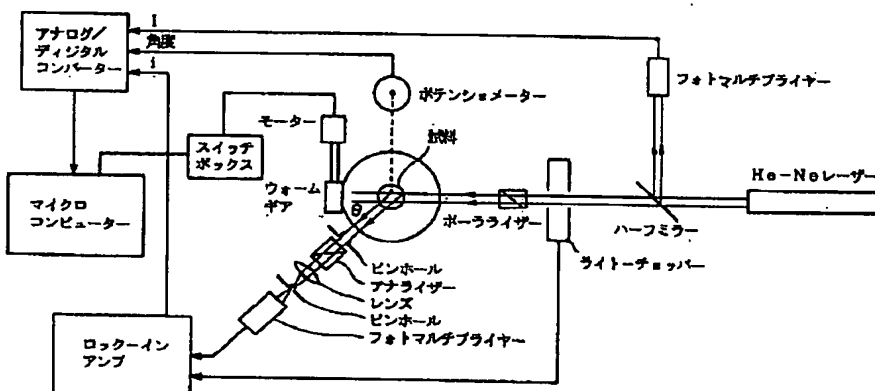
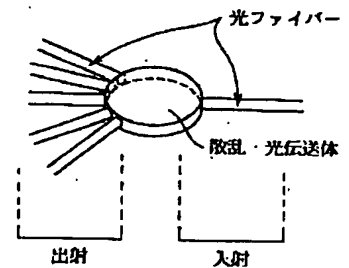
【図 2】



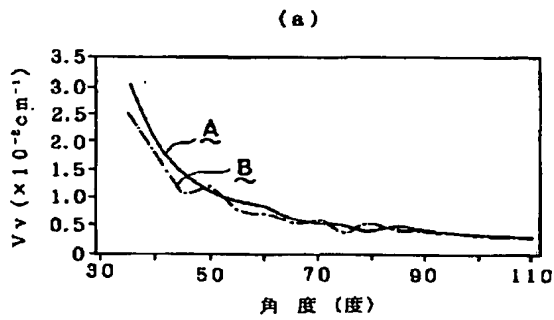
【図 7】



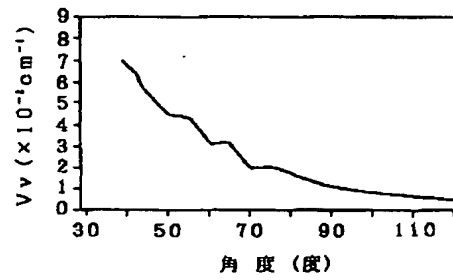
【図 8】



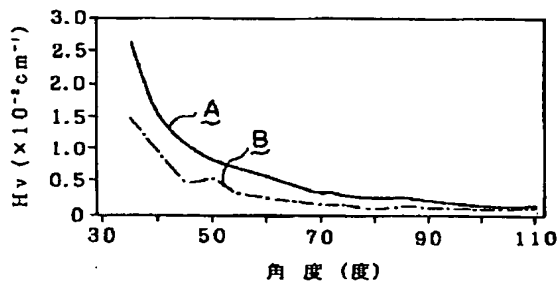
【図 5】



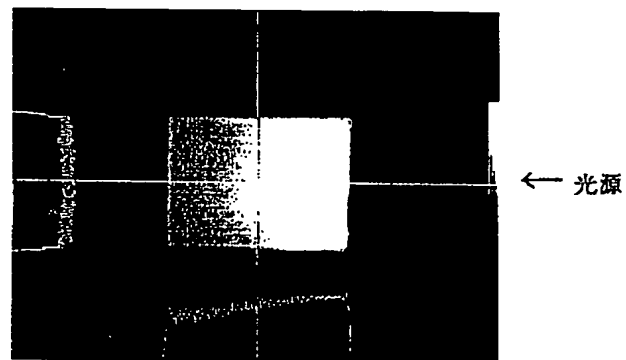
【図 6】



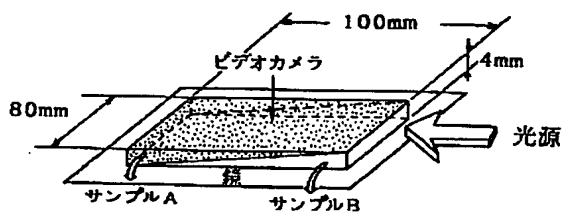
(b)



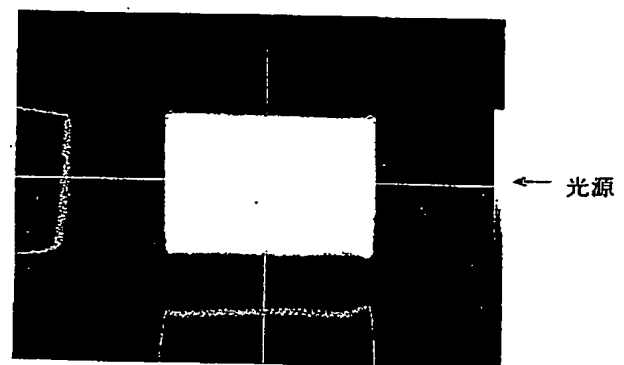
【図 10】



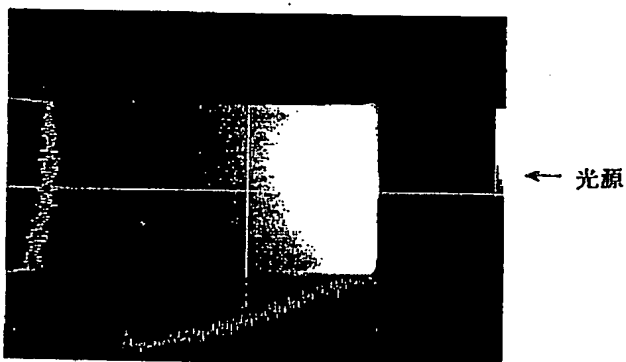
【図 9】



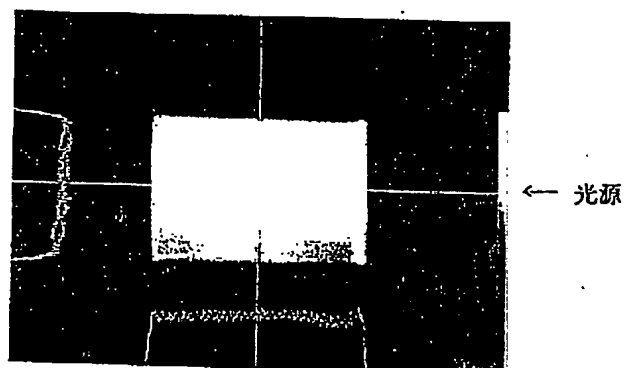
【図 12】



【図 11】



【図13】



【図14】

